

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑪ DE 33 13841 A1

⑤1 Int. Cl. 3:
H04J 6/02

②1 Aktenzeichen: P 33 13 841.9
②2 Anmeldetag: 16. 4. 83
②3 Offenlegungstag: 18. 10. 84

⑦1 Anmelder:
Standard Elektrik Lorenz AG, 7000 Stuttgart, DE

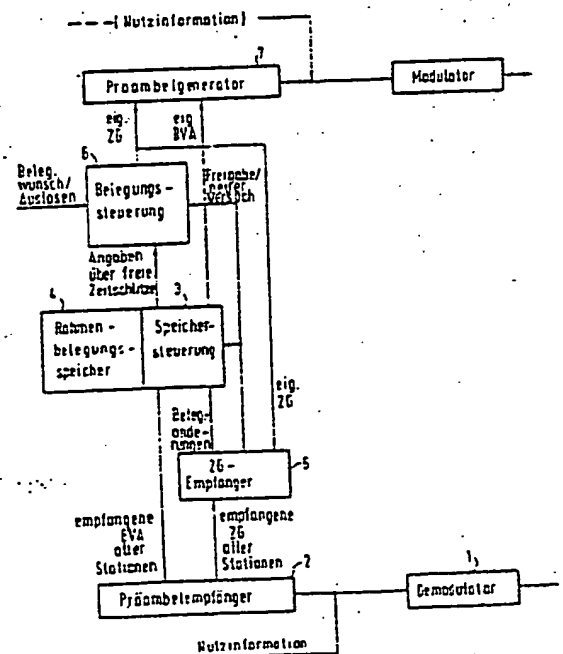
⑦2 Erfinder:
Heckel, Claus, Ing.(grad.), 7257 Ditzingen, DE;
Herter, Eberhard, Prof. Dipl.-Ing., 7000 Stuttgart, DE

Bibliothek:
Bur. Ind. Eigent.
11 DEC. 1984

⑤4 Nachrichtenübertragungssystem mit Vielfachzugriff im Zeitmultiplex (TDMA) mit dezentral gesteuerter Kapazitätsvergabe

Bei einem Nachrichtenübertragungssystem mit Vielfachzugriff im Zeitmultiplex mit vielen kleinen unbemannten Stationen, beispielsweise Erdefunkstellen eines mit einem Satelliten arbeitenden Systems, soll die Kapazitätsvergabe an die einzelnen Stationen völlig dezentral gesteuert erfolgen. Bei dem neuen System teilt jede Station in einem ständig gesendeten Burst die von ihr derzeit belegten Zeitschlitz des Rahmens, sowie unabhängig davon aktuelle Belegungsänderungen wie Neuebelegungswünsche oder Verzicht auf Belegungen allen Stationen mit. Jede Station enthält einen Rahmenbelegungsspeicher (4), der durch die von den anderen Stationen empfangenen Belegungsanzeigen und Belegungsänderungen laufend auf den neuesten Stand gebracht wird. Eine Neuebelegung von Zeitschlitz durch eine Station erfolgt aufgrund der Kenntnis von freien Zeitschlitz des Rahmens, die sich aus der gespeicherten Rahmenbelegung ergibt, wobei die Station eventuell kollidierende Neuebelegungen durch andere Stationen berücksichtigt, um eine Mehrfachbelegung von Zeitschlitz auszuschließen.

COPY



DE 3313841 A1

DE 3313841 A1

- 1 -

Standard Elektrik Lorenz
Aktiengesellschaft
S t u t t g a r t

C. Heckel-E. Herter 5-28

Patentansprüche

1. Nachrichtenübertragungssystem mit Vielfachzugriff im Zeitmultiplex (TDMA), bei dem mehrere Stationen über einen gemeinsamen Übertragungskanal in Verbindung stehen, bei dem die Stationen ihre Informationen periodisch in Form von Bursts aussenden, wobei zur nicht überlappenden Aussendung der einzelnen Stationsbursts ein Rahmen mit vorgegebener Rahmenperiode festgelegt ist, und bei dem die einzelnen Stationen Mittel zur dezentralen Kapazitätsvergabe aufweisen, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t

5

10

15

daß jede im Zugriff befindliche Station in einem ständig gesendeten Burst die von ihr im Rahmen belegten Plätze allen anderen im Zugriff befindlichen Stationen mitteilt und anhand der entsprechenden von den anderen Stationen empfangenen Informationen freie Plätze im Rahmen zur Aussendung ihrer Informationen ermittelt (3) und bei Bedarf belegt (6).

2. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der von den im Zugriff befindlichen Stationen ständig gesendete Burst ausschließlich Daten zur Systemorganisation enthält

20

und daß die Nutzinformationen in einem oder mehreren Nutz-

ZT/P1-Kg/B
07.04.1983

COPY

-2-

ORIGINAL INSPECTED

C.Heckel 5-28

bursts gesendet werden, deren Burstsendephase starr an die des ständig gesendeten Bursts gekoppelt ist.

3. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der von den im Zugriff befindlichen Stationen ständig gesendete
5 Burst aus einer Präambel und einem Nutzinformationsteil besteht, wobei die Präambel ausschließlich Daten zur Systemorganisation enthält, und daß gegebenenfalls weitere Nutzinformationen in einem oder mehreren Nutzbursts gesendet werden, deren Burstsendephase starr an die des ständig
10 gesendeten Bursts gekoppelt ist.
4. System nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß jede im Zugriff befindliche Station zur Mitteilung ihrer Rahmenbelegung einen ersten Zeitabschnitt (BVA) verwendet, in dem sie über mehrere Rahmen verteilt ihre in einem
15 Rahmenbelegungsspeicher (4) gespeicherte Rahmenbelegung und Rahmenvorbelegung mitteilt, und einen zweiten Zeitabschnitt (ZG), in dem sie konzentriert aktuelle Belegungsänderungen mitteilt.
5. System nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß
20 jede Station einen Empfänger (5) enthält, der sämtliche aktuellen Änderungsbelegungen einschließlich der eigenen empfängt und in den Rahmenbelegungsspeicher einspeichert und überwacht, ob die eigene Änderungsbelegung mit einer fremden kollidiert und im Kollisionsfalle nach einer ein-
25 heitlich vorgegebenen Logik eine der kollidierenden Änderungsbelegungen bestehen läßt und die andere im Rahmenbelegungsspeicher löscht.

COPY

C.Heckel-E.Herter 5-28

Nachrichtenübertragungssystem mit Vielfachzugriff
im Zeitmultiplex (TDMA) mit dezentral
gesteuerter Kapazitätsvergabe

Die Erfindung betrifft ein System nach dem Oberbegriff des
5 Patentanspruchs 1.

Ein derartiges System ist bekannt aus "Frequenz" 25 (1971),
Heft 10, S. 303 bis 308, insbesondere aus Abschnitt 5.

Der Vielfachzugriff im Zeitmultiplex muß nicht notwendiger-
weise zu einem Satelliten erfolgen, sondern allgemein zu
10 einem gemeinsamen Übertragungskanal, der als zentrale Ein-
richtung auch eine terrestrische Einrichtung haben kann.
Daher werden im Folgenden die zugreifenden Stationen nicht
Erdefunkstellen sondern allgemein Stationen genannt.

Solche Systeme sind meistens mit der englischen Abkürzung
15 TDMA-Systeme (Time Division Multiple Access) bezeichnet.

Bereits beim bekannten System sind Mittel vorhanden, um
durch dezentrale Steuerung die Übertragungskapazität der
einzelnen zugreifenden Stationen während des laufenden Be-
triebs zu ändern, damit nicht benötigte Übertragungskapä-
20 zitäten kurzfristig dort nutzbar gemacht werden können, wo
z. B. tageszeitlich bedingte Überlastungen vorliegen. In
einem speziellen Datenkanal in der Präambel ihres Bursts
kann beim bekannten System jede Station bekanntgeben, daß
sie ihren prozentualen Anteil an der Systemkapazität zu ver-
25 kleinern bzw. zu vergrößern wünscht. Der von einer Station
bzw. von deren Burst nicht mehr benötigte Anteil des Rahmen

ZT/P1-Kg/B

07.04.1983

COPY

-4-

C.Heckel 5-28

kann nun von einer anderen Station zur Vergrößerung ihres Bursts und damit ihres Anteils am Rahmen zur Verfügung gestellt werden. Dies geschieht dadurch, daß alle dazwischen platzierten Bursts entsprechend "zur Seite rücken".

- 5 Strebt man eine schnelle Umordnung des Rahmens an, so ergeben sich bei einer derartigen Steuerung der dezentralen Kapazitätsvergabe große Probleme. Die bekannte Art der Umordnung arbeitet nämlich recht langsam, da die Verschiebung der Bursts mit konstanten Schritten geschieht, deren
- 10 Schrittfrequenz gleich der Rahmenfrequenz ist. Außerdem ist dadurch die Betriebszuverlässigkeit des System gefährdet, da sie stark davon abhängt, ob alle betroffenen Stationen die Burstverschiebung exakt durchführen.

- 15 Es ist daher die Aufgabe der Erfindung, ein System der genannten Art anzugeben, bei dem die dezentral gesteuerte Kapazitätsvergabe einfacher, schneller und zuverlässiger erfolgt.

Die Aufgabe wird wie im Patentanspruch 1 angegeben gelöst. Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

- 20 Die Erfindung wird nun anhand der Zeichnungen beispielsweise näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 den Rahmenaufbau des neuen TDMA-Systems und

- Fig. 2 ein Blockschaltbild des von der Erfindung betroffenen Teils einer Station des neuen TDMA-Systems.
- 25

C.Heckel 5-28

Der in Figur 1 gezeigte Rahmen ist in kleinste adressierbare Einheiten, sogenannte Zeitschlitze, gegliedert. Ein wesentliches Merkmal der Erfindung besteht darin, daß jede im Zugriff befindliche Station an irgendeiner Stelle des Rahmens einen Burst aussendet, dessen Präambel ausschließlich Daten zur Systemorganisation enthält. Im Folgenden wird dieser Burst als Pilotburst bezeichnet. Welche Zeitschlitze des Rahmens der Pilotburst einer Station belegt, auf welche Weise beim Erstzugriff einer Station deren Pilotburst an die richtige Stelle im Rahmen gesetzt wird und auf welche Weise er auf den Rahmenanfang synchronisiert wird, ist nicht Gegenstand der vorliegenden Erfindung.

Hinsichtlich der Aussendung der Nutzinformation einer Station gibt es zwei Möglichkeiten:

- 15 Die Nutzinformation kann als Teil des Pilotbursts, d.h. im unmittelbaren Anschluß an dessen Präambel ausgesendet werden.

Die Nutzinformation einer Station kann in einem oder mehreren Nutzbursts ausgesendet werden, deren Sendephase fest mit der Sendephase des Pilotbursts derselben Station gekoppelt ist. Die Vergabe von Übertragungskapazitäten an die einzelnen Stationen, also die Zuteilung von Zeitschlitzen im Rahmen für die Übertragung von Nutzinformation nach einem der vorstehend angegebenen Verfahren ist Gegenstand der Erfindung. Zur Erläuterung der Erfindung wird angenommen, daß die Pilotbursts lediglich aus einer Präambel bestehen und die Nutzinformationen jeweils in einem oder mehreren Nutzbursts übertragen werden.

Jeder der Pilotbursts PS, die Figur 1 bei 128 Stationen des Systems von 1 bis 128 nummeriert sind, ent-

C.Heckel 5-28

- hält in seiner Präambel am Anfang einen Teil, in dem keine Informationen übertragen werden, den sogenannten Schutzabstand SAS, danach einen Synchronisiervorlauf, ein Burstbeginnkennzeichen BBK, die Stationsnummer STNR derjenigen
- 5 Station, die ihn gesendet hat, eine Belegungs- und Vorbelegungsanzeige BVA und eine systeminterne Zeichengabe ZG, die an späterer Stelle noch erläutert werden. Jeder der Nutzburst, die mit NB und einem laufenden Index bezeichnet
- 10 sind, enthält ebenfalls einen Schutzabstand SAS, einen Synchronisiervorlauf und ein Burstbeginnkennzeichen BBK, die gemeinsam die Präambel des Nutzbursts bilden. Die in der Präambel des Pilotbursts enthaltenen Kanäle, wobei ein Kanal gleich einer bestimmten Anzahl von aufeinander-
- 15 folgenden Zeitschlitzten ist, die mit BVA und ZG bezeichnet sind, sind entscheidend für die zuverlässige Funktion der dezentralen Kapazitätsvergabe. Sie können auch in irgendeinem anderen Nutzburst derselben Station enthalten sein, sofern dieser Nutzburst der im Zugriffszustand ständig
- ausgesendete Burst ist.
- 20 Im Kanal BVA nennt jede Station zyklisch alle von ihr belegten Plätze im Rahmen. Im Kanal ZG teilt jede Station ihre Änderungswünsche hinsichtlich der Rahmenbelegung mit, beispielsweise welche Zeitschlitzte des Rahmens für eine neu einzurichtende Verbindung zu einer in diesem Zusammen-
- 25 hang genannten Station benutzt oder welche Zeitschlitzte ab sofort nicht mehr benutzt werden, weil eine Verbindung zu einer bezeichneten Station ausgelöst worden ist. Bei Duplexverbindungen antwortet die betroffene Station in ihrem Kanal ZG, indem sie entsprechende Zeitschlitzte für
- 30 die Übertragung in Gegenrichtung nennt, bzw. beim Auslösen einer Verbindung entsprechende Zeitschlitzte freigibt.

C.Heckel 5-28

Die vorstehend genannte Unterteilung der von einer Station für Zwecke der Kapazitätsvergabe ausgesendeten Informationen auf zwei parallele Kanäle BVA und ZG hat folgende Gründe:

- 5 - Eine neu in Betrieb gehende Station soll in der Lage sein, in einer erträglichen Zeit (z.B. ungefähr 30 s) die gegenwärtige Rahmenbelegung zu "lernen". Hierzu wäre es zwar denkbar, eine derart leistungsfähige Zeichengabe vorzusehen, daß jede Station in einem einzigen
- 10 Burst sämtliche von ihr belegten Teile des Rahmens und damit auch die möglichen Neuelegungen bzw. Auslösungen bekannt geben könnte. Dies wäre aber vom Standpunkt des Rahmenwirkungsgrades unwirtschaftlich. Eventuell müssen nämlich in der Belegungsanzeige viele kleine Rahmenteile
- 15 erwähnt werden. Es ist daher zweckmäßiger, daß jede Station in einem Kanal BVA, der aus einer fest vorgegebenen Anzahl von Zeitschlitten besteht, nacheinander alle von ihr belegten Rahmenteile bekannt gibt, wobei diese Bekanntgabe je nach Anzahl der zu nennenden Rahmenteile sich über mehrere Rahmen erstreckt. Hat eine
- 20 Station auf diese Weise ihre Rahmenbelegungsanzeige (oder Vorbelegungsanzeige) bekannt gegeben, so beginnt sie wieder von vorn.
- 25 - Eine bereits über die Rahmenbelegung informierte Station soll sehr schnell über Belegungsänderungen, d.h. neue Belegungen oder Auslösungen informiert werden. Zu diesem Zwecke dienen kurze Änderungsmitteilungen, die sie unabhängig von der kontinuierlich laufenden Belegung und Vorbelegungsanzeige in dem getrennten Kanal ZG aus-
- 30 senden kann.

COPY.

C.Heckel 5-28

Anhand des in Figur 2 dargestellten Blockschaltbildes wird nun die in jeder Station vorhandene Einrichtung zur dezentralen Steuerung der Kapazitätsvergabe erläutert.

Von der zentralen Einrichtung des Systems, z.B. dem
5 Satelliten, werden die Bursts aller im Zugriff stehenden Stationen empfangen, wobei die Empfangseinrichtungen nicht gezeigt sind, und in einem Demodulator 1 demoduliert. Dessen Ausgangssignal, also sämtliche demodulierten Bursts, gelangt auf einen Präamblempfänger 2 und parallel auf einen
10 nicht gezeigten Nutzburstempfänger, der die Nutzbursts in hier nicht interessierender Weise verarbeitet. Der Präamblempfänger 2 wertet von den Präambeln aller empfangenen Bursts diejenigen aus, welche Kanäle BVA und ZG enthalten. Sämtliche empfangenen Belegungs- und Vorbelegungsanzeigen
15 gibt der Präamblempfänger 2 in eine Speichersteuerung 3 eines Rahmenbelegungsspeichers 4 ein. Aufgrund dieser Belegungs- und Vorbelegungsanzeigen schreibt die Speichersteuerung die Rahmenbelegung in den Rahmenbelegungsspeicher ein, so daß dieser den Belegungszustand der verschiedenen
20 Zeitschlitzte als binäre Information (belegt/nicht belegt) enthält.

Die in den Kanälen ZG von allen Stationen empfangenen Änderungsmitteilungen, einschließlich einer eventuellen
25 eigenen Änderungsmitteilung gibt der Präamblempfänger 2 in einen Zeichengabe-Empfänger 5 ein. Der Zeichengabe-Empfänger 5 gibt unter Berücksichtigung des Ergebnisses einer noch zu beschreibenden Überwachung von kollidierenden Belegungswünschen sämtliche Belegungsänderungen an die Speichersteuerung 3, die daraufhin diese mit Priorität gegenüber den in den Kanälen
30 BVA empfangenen Belegungsmitteilungen in den Rahmenbelegungsspeicher einschreibt, d.h. gegebenenfalls die aufgrund

C.Heckel 5-28

der BVA-Mitteilungen in den Rahmenbelegungsspeicher eingegebenen Rahmenbelegungsinformationen überschreibt. Der derart gesteuerte Rahmenbelegungsspeicher 4 enthält somit jeweils den aktualisierten Rahmenbelegungszustand.

- 5 Jede Station kann nun in folgender Weise von sich aus eine Änderung der Rahmenbelegung bewirken. Eine Belegungssteuerung 6, die von der Speichersteuerung 3 fortlaufend Angaben über freie Zeitschlitz im Rahmen gemäß dem Zustand des Rahmenbelegungsspeichers 4 erhält, empfängt bei vor-
- 10 liegen eines Änderungswunsches eine entsprechende Steuerinformation, beispielsweise wenn die Station eine bestimmte Übertragungskapazität für sich beanspruchen will. Liegt ein solcher Wunsch vor, so wählt die Belegungssteuerung geeignete Zeitschlitz aus den angebotenen freien
- 15 Zeitschlitz aus. Um diese ausgewählten Zeitschlitz den anderen Stationen bekannt zu geben, werden sie von der Belegungssteuerung 6 in einen Präambelgenerator 7 übertragen, der die Informationen in den Kanal ZG der zu generierenden Präambel einfügt.
- 20 Da die Möglichkeit besteht, daß andere Stationen zufällig nahezu gleichzeitig dieselben Zeitschlitz belegen wollen, d.h. in ihrem Zeichengabekanal ZG eine mit der eigenen Station kollidierende Änderungsmitteilung aussenden, ist eine Überwachung hinsichtlich einer Kollision notwendig.
- 25 Zu diesem Zweck empfängt der Zeichengabe-Empfänger 5 die eigene Zeichengabe, also die für die Neubelegung ausgewählten Zeitschlitz direkt von der Belegungsteuerung 6, und kann somit die Überwachung durchführen. Da der Zeichengabe-Empfänger 5, wie bereits erwähnt, sämtliche empfangene
- 30 Belegungsänderungen an die Speichersteuerung 3 weitergibt, gibt er auch die direkt von der eigenen Belegungssteuerung

COPY |

-10-

C.Heckel 5-28

empfangene Belegungsänderung an die Speichersteuerung 3
weiter, auch wenn diese vorerst nur als versuchsweise Be-
legungsänderung zu betrachten ist, die noch einer Über-
prüfung hinsichtlich Kollisionen mit Belegungsänderungen
5 von anderen Stationen bedarf.

Zur Kollisionsüberwachung untersucht der Zeichengabe-
Empfänger 5 während einer gewissen Überwachungszeit die von
allen Stationen empfangenen Belegungsänderungen, soweit sie
beabsichtigte Neubelegungen anzeigen, darauf, ob die in
10 ihnen genannten Zeitschlitz mit denjenigen Zeitschlitz
ganz oder teilweise übereinstimmen, die von der eigenen
Station zum Zwecke einer Neubelegung mitgeteilt werden.

Die Überwachungszeit kann je nach den Gegebenheiten des
Gesamtsystems verschieden gewählt werden, z.B. kann eine
15 absolute Zeit oder ein Vielfaches der Rahmendauer vorge-
geben werden. Es ist auch möglich, die Überwachung dann zu
beenden, wenn über den Präamblempfänger die eigene Be-
legungsänderung im eigenen Zeichengabekanal ZG empfangen
wird.

20 Eine Kollision von mitgeteilten Neubelegungen wird in allen
die Kollision verursachenden Stationen bemerkt. Alle diese
Stationen treffen nach einer festliegenden Regel die gleiche
Entscheidung, welche der kollidierenden Neubelegungen als
einzige zum Zuge kommt. Als Regel zur Feststellung der zum
25 Zuge kommenden Neubelegung kann festgelegt sein, daß die
nach absoluter Zeit zuerst abgesendete Neubelegung den Vor-
rang erhält oder daß die Neubelegung durch die Station mit
der niedrigsten Stationsnummer den Vorrang erhält oder, daß
für Wiederholungen von Belegungsversuchen ein Vorrang ge-
30 währt wird.

COPY

-11-

C.Heckel 5-28

Abhängig vom Ergebnis der Kollisionsüberwachung laufen nun folgende Funktionen ab:

5 Tritt keine Kollision auf, so wird der Belegungssteuerung 6 und parallel der Speichersteuerung ein Freigabesignal zugeführt. Das Freigabesignal schaltet die Belegungssteuerung 6 passiv, da sie ihren Beitrag zur Belegungsänderung erfolgreich abgeschlossen hat. Die Speichersteuerung 3 wird durch das Freigabesignal veranlaßt, die zum Zuge gekommene eigene
10 Neubelegung, die sie bereits in den Rahmenbelegungsspeicher 4 eingegeben hat, nunmehr in die eigene Belegungs- und Vorbelegungsanzeige aufzunehmen. Die eigene Belegungs- und Vorbelegungsanzeige steuert die Sendephase der von der Station auszusendenden Bursts und wird gleichzeitig als Bestandteil der Präambel fortlaufend in dem Kanal BVA aller Stationen
15 bekanntgegeben.

Das gleiche geschieht, wenn bei einer Kollision die eigene Neubelegung diejenige ist, die zum Zuge kommt.

20 Kommt bei einer Kollision eine fremde Neubelegung statt der eigenen Neubelegung zum Zuge, so erhält die Belegungssteuerung ein Signal, das sie zu einem neuen Belegungsversuch veranlaßt, indem sie eine Auswahl unter den ihr angebotenen freien Zeitschlitzten trifft. Dasselbe Signal, das einen erfolglosen Neubelegungsversuch bedeutet, erhält
25 auch die Speichersteuerung 3, die daraufhin im Rahmenbelegungsspeicher die bereits eingeschriebene versuchte eigene Neubelegung löscht und statt dieser die zum Zuge gekommen fremde Neubelegung einspeichert.

Hinsichtlich der vorstehend beschriebenen dezentralen Steuerung der Kapazitätsvergabe ist zu unterscheiden, ob

COPY

-12-

C.Heckel 5-28

sich die Station, in der ein Wunsch nach einer Neubelegung vorliegt, bereits im stationären Zustand befindet, in dem ihr Rahmenbelegungsspeicher die aktuelle Rahmenbelegung bereits vollständig enthält oder ob sie sich im Zustand des Erstzugriffs befindet, bei dem der Rahmenbelegungsspeicher noch nicht die vollständige Information über die Rahmenbelegung enthält. Dieser letztere Zustand entsteht, wenn eine Station nach vorübergehendem Ausfall, z.B. wegen Reparatur, neu eingeschaltet wird. In diesem Falle unterdrückt die Speichersteuerung die Angaben über freie Zeitschlitzte solange, bis der Rahmenbelegungsspeicher den aktuellen Stand erreicht hat. Dies wird der Fall sein, wenn auch die Station mit der umfangreichsten Belegungs- und Vorbelegungsanzeige bereits mit der Wiederholung ihres Zyklus begonnen hat. Danach kann die "Lernphase" einer Station beim Erstzugriff als abgeschlossen gelten.

Das vorstehend beschriebene System mit völlig dezentraler Steuerung der Kapazitätsvergabe läßt auch in einer weiteren Hinsicht eine erhebliche Flexibilität zu. Erweitert man nämlich den Rahmenbelegungsspeicher derart, daß in diesem Speicher alle Informationen über die Verbindungen der eigenen Station (z.B. Adressaten, Partnerkanäle im Duplex usw.) gespeichert werden können, so ist es möglich, jeder Station mit einem derart erweiterten Speicher die Aufgabe der Systemüberwachung zuzuweisen.

Heckel

- 13 -
- Leerseite -

- 15 -

Nummer:	33 13 841
Int. Cl. ³ :	H 04 J 6/02
Anmeldetag:	16. April 1983
Offenlegungstag:	18. Oktober 1984

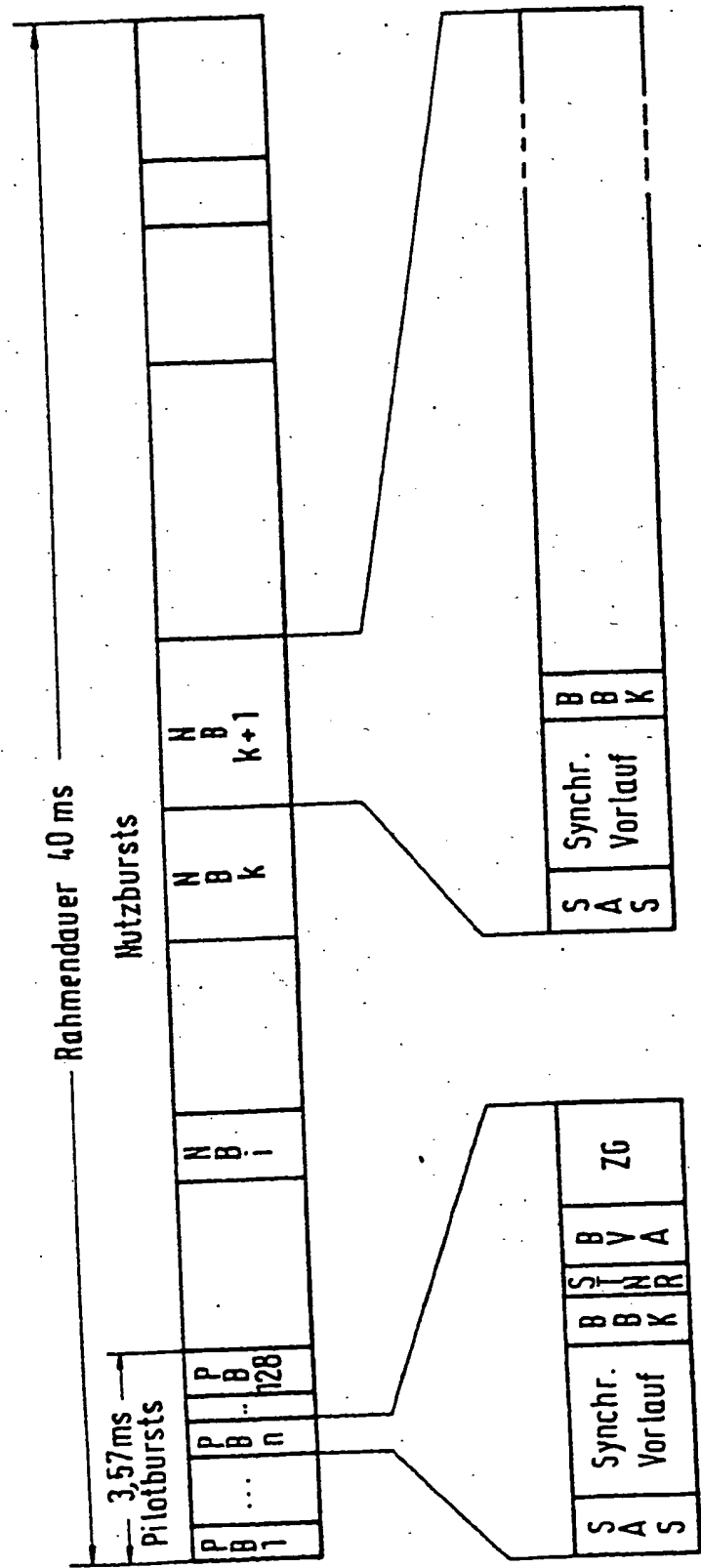
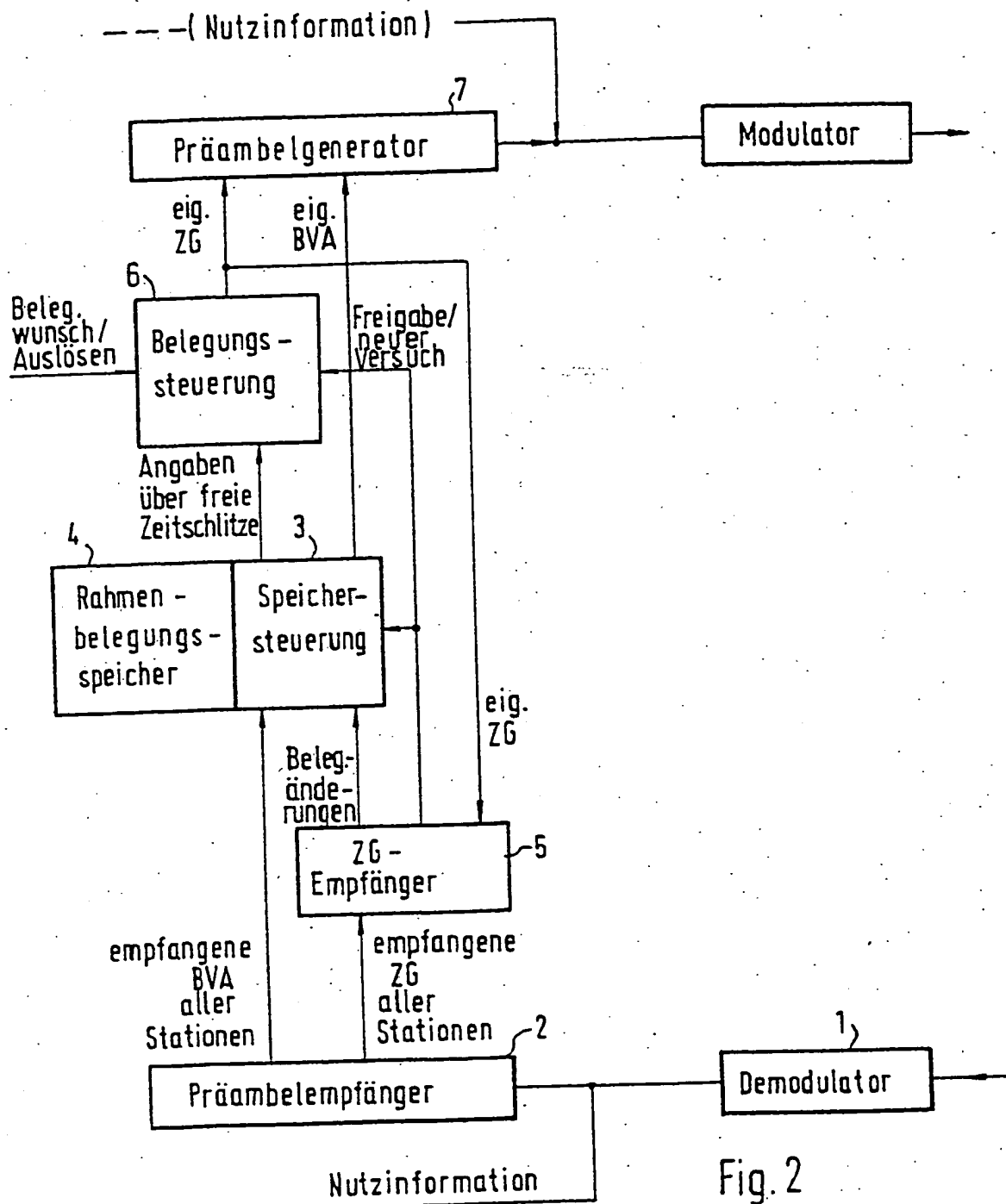


Fig.1



BNSDOCID: <DE 3313941A1_I_>

- 15

Nummer:
Int. CL³:
Anmeldetag:
Offenlegungstag:

32 13 841
H 04 J 8/02
18. April 1993
18. Oktober 1984

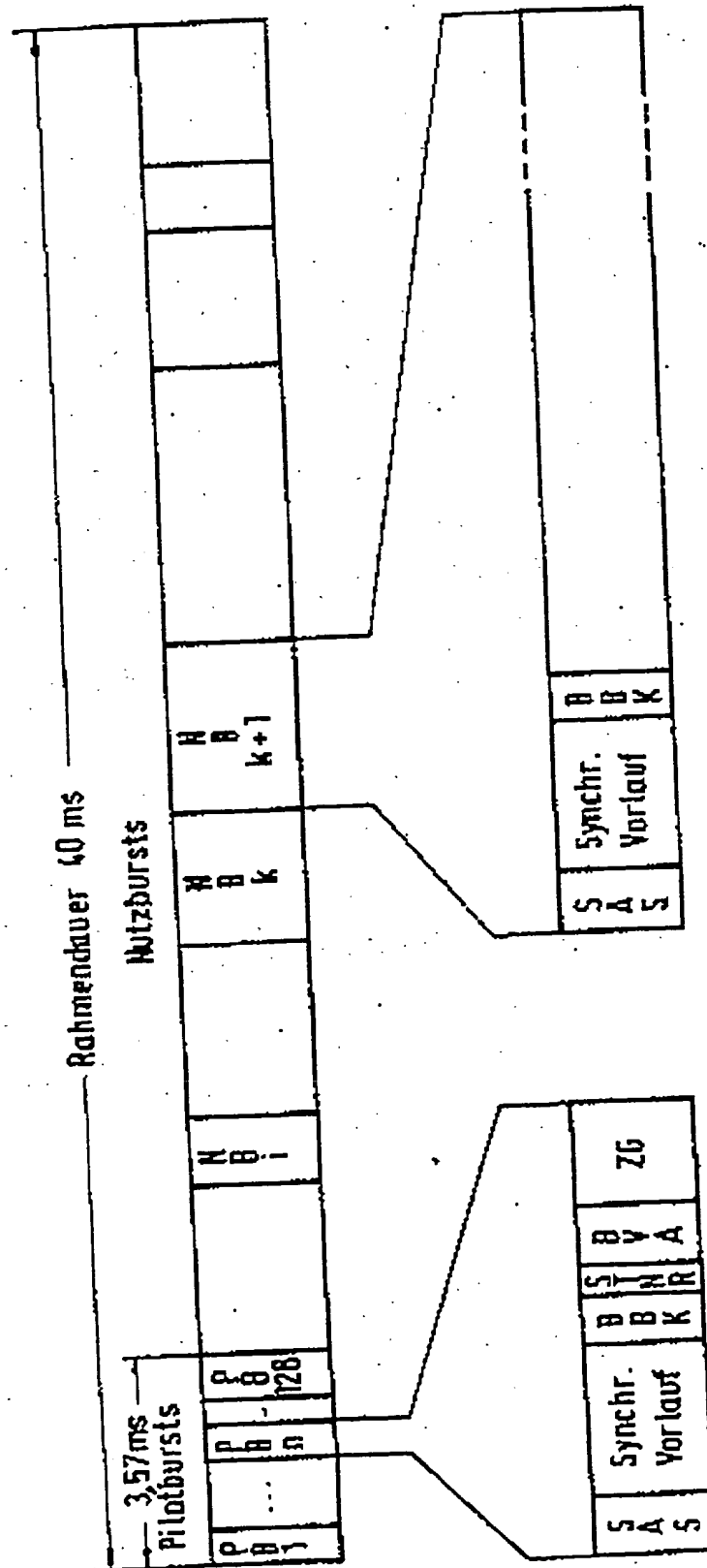


Fig. 1

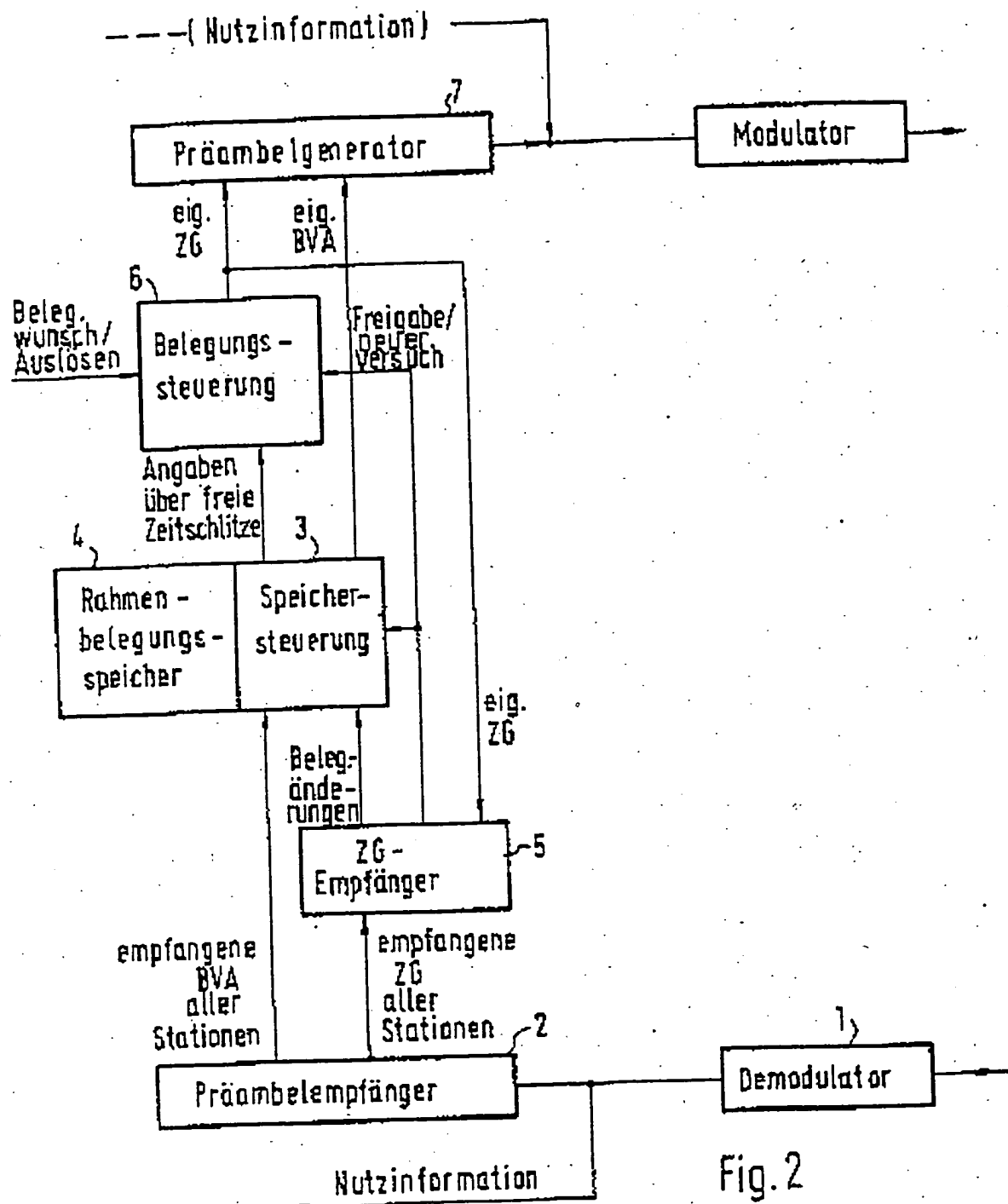


Fig. 2

C. Heckel 5-28
14. 4. 83